



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**DENSIDADE POPULACIONAL EM RELAÇÃO AOS CORREDORES DE
TRANSPORTE PÚBLICO NA ZONA URBANA DE TERESINA-PI**

André Leal Santos

MONOGRAFIA

BRASÍLIA
2019



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

André Leal Santos

**DENSIDADE POPULACIONAL EM RELAÇÃO AOS CORREDORES DE
TRANSPORTE PÚBLICO NA ZONA URBANA DE TERESINA-PI**

**Monografia de especialização em
Geoprocessamento ambiental apresentada
à banca examinadora do Instituto de
Geociências como exigências para a
obtenção do título de Especialista em
Geoprocessamento**

Aprovada em: 26 de abril de 2019

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Tati de Almeida (orientadora)

Prof. Edilson de Sousa Bias

Prof. Suzan Waleska Pequeno Rodrigues

Ficha catalográfica elaborada automaticamente, com
os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ld	<p>LEAL SANTOS, André Densidade populacional em relação aos corredores de transporte público na zona urbana de Teresina-PI / André LEAL SANTOS; orientador Tati ALMEIDA. -- Brasília, 2019. 27 p.</p> <p>Monografia (Especialização - Especialização em Geoprocessamento Ambiental) -- Universidade de Brasília, 2019.</p> <p>1. Planejamento urbano. 2. Densidade Populacional. 3. Transporte Público. 4. Teresina. I. ALMEIDA, Tati, orient. II. Título.</p>
----	--

DENSIDADE POPULACIONAL EM RELAÇÃO AOS CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO NA ZONA URBANA DE TERESINA-PI

André Leal Santos

Arquiteto e Urbanista, mestrando em arquitetura e urbanismo pela Universidade de Brasília e especializando em geoprocessamento ambiental pela Universidade de Brasília. E-mail: andreleal.s07@gmail.com

RESUMO: Este artigo analisa a distribuição espacial da população em relação à área de abrangência dos corredores de transporte público existentes na zona urbana do município de Teresina-PI, para compreender como essa distribuição favorece ou não o uso do sistema. Para isso, foram explorados conceitos e valores de densidade populacional relacionados ao desempenho do transporte público, fornecendo parâmetros qualitativos e quantitativos. Em seguida, foi explorado o contexto de transportes de Teresina, a partir do qual foram definidos os corredores de transporte público existentes. A partir desses parâmetros, foram espacializados a densidade populacional em conjunto com a área de abrangência dos corredores de transporte público de média e alta capacidade considerados. Para isso, utilizou-se as bases cartográfica e de dados de população por setor censitário referentes ao censo de 2010 do IBGE, selecionando-se os setores pertencentes à zona urbana, com base no mapa de zoneamento de Teresina atualizado em 2015. Os corredores foram vetorizados sobre imagem de satélite, a partir dos quais se aplicou um buffer de 400 metros. A sobreposição entre os dados revela que o conjunto da área do buffer abriga apenas 18% da população da zona urbana, e possui uma densidade populacional média de aproximadamente 50 hab/ha, bem abaixo do necessário para viabilizar sistemas de transporte público de média e alta capacidade, o que demonstra que a distribuição da população não favorece a mobilidade por transporte público.

Palavras-chave: Planejamento urbano; Densidade populacional; Transporte público; Teresina.

ABSTRACT: This paper analyzes the spatial distribution of the population regarding the coverage area of public transportation corridors in the urban area of Teresina-PI, in order to understand how this distribution favors the use of the system. For this, it was explored concepts and values of population density related to the performance of public transport, providing qualitative and quantitative parameters. Next, it was explored Teresina's transport context, from which the existing public transport corridors were defined. From these parameters, the

population density was spatialized with the area covered by the medium and high capacity public transport corridors considered. It was used the cartographic and population data bases by census tract referring to the IBGE 2010 census, selecting the sectors belonging to the urban zone, based on the Teresina zoning map updated in 2015. The corridors were vectorized on satellite image, from which a buffer of 400 meters was applied. The overlap between the data reveals that the buffer zone as a whole houses only 18% of the urban population, and has an average population density of approximately 50 inhab/ha, well below what is necessary to enable medium and high-level public transport systems capacity, which shows that the distribution of the population in Teresina does not favor mobility by public transport.

Keywords: City Planning; Populational Density; Public Transport; Teresina.

1. INTRODUÇÃO

O aumento do tempo, do custo e das distâncias dos deslocamentos diários nas cidades brasileiras caracteriza uma crise de mobilidade urbana que impõe uma série de desafios às políticas de planejamento. Essa crise é consequência de um universo de fatores, que vão desde o aumento da extensão territorial das cidades, da população, e das atividades econômicas (que levam a um aumento da demanda por deslocamentos), à saturação do sistema viário e dos sistemas de transporte público. No caso das cidades brasileiras, a saturação do sistema viário se potencializou com o aumento da frota de carros, motos e similares, que nos últimos 20 anos (de 1998 a 2018), cresceu de 20 para 80 milhões de veículos, aproximadamente, de acordo com dados do Denatran (2018).

Os congestionamentos evidenciam a necessidade de se transportar mais pessoas em menos espaço, o que reforça a importância de se melhorar o transporte público como alternativa ao transporte motorizado individual. Segundo Hickman et al. (2011), em uma faixa de 3,5 metros de largura, o trânsito comum, com predominância de carros e motos, consegue transportar cerca de 2 mil pessoas por hora, enquanto no mesmo espaço, um sistema de ônibus regular consegue transportar cerca de 9 mil pessoas por hora. Já em sistemas de ônibus mais racionalizados, como BRT e similares¹, que possuem diversas configurações no sistema viário,

¹ *Bus Rapid Transit* (BRT), ou ônibus de trânsito rápido, é um dos diversos sistemas de ônibus racionalizados, que incorporam elementos de infraestrutura e operacionais que permitem uma maior capacidade de transporte de passageiros, tais como circulação em faixas preferenciais e/ou exclusivas; pontos de parada maiores e elevados para transbordo em nível; bilhetagem

consegue-se transportar até 20 mil pessoas por hora por sentido, e os modais de transporte público ferroviários de média de alta capacidade, como trens e metrô, de 50 a 100 mil pessoas por hora por sentido. Uma outra grande vantagem do transporte público é o menor gasto de energia por passageiro transportado - e por conseguinte, de emissões de gases poluentes (RECK, 2014, VASCONCELLOS, 1998; FARR, 2007), o que tem se mostrado mais necessário em um contexto global de mitigação das mudanças climáticas.

O transporte público também possui um papel de inclusão social, pois grande parte da população de baixa renda é cativa deste meio, isto é, depende exclusivamente desse meio de transporte por não conseguir arcar com os custos do transporte motorizado individual. Dessa forma, a prestação de um serviço de transporte público de qualidade é uma questão de equidade social, pois permite o acesso ao trabalho, emprego, educação, lazer e demais atividades cotidianas (VASCONCELLOS, 1998).

Nesse sentido, a Constituição Federal de 1988 define que o transporte é um direito dos cidadãos - e que compete à União instituir diretrizes para o transporte urbano. Essas diretrizes, entre outras providências, foram instituídas em 2012 pela lei federal nº 12.587, denominada Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU (2012). Essa lei atribui uma importância estratégica ao transporte público para a mobilidade urbana em geral, afirmando sua prioridade em relação ao transporte individual. Além disso, preconiza a implementação de aspectos operacionais e elementos de infraestrutura adotados em sistemas de transporte público mais racionalizados, como o BRT e similares, como a dedicação de espaço exclusivo para circulação nas vias públicas, e o incentivo ao uso de créditos eletrônicos.

A lei estabelece como diretriz a integração do planejamento dos transportes com a política desenvolvimento urbano, como planejamento e gestão do solo, além da priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado. Na prática, essa integração implica, primeiramente, que o sistema de transporte público deve ser estruturado para atender ao espaço urbano como um todo. Segundo, deve haver uma maior concentração de pessoas onde há uma maior oferta de transporte público, de modo que haja uma disposição de potenciais usuários mais favorável ao uso do sistema. Para isso, tanto a estruturação do sistema, por meio do planejamento de transportes, deve priorizar uma maior oferta de transporte onde há uma maior demanda, quanto o planejamento do uso e ocupação do solo, que controla o adensamento construtivo e populacional, deve estimular esse adensamento onde há uma maior oferta ou possibilidade de

eletrônica, e prévia ao embarque; uso de veículos de maior capacidade, como ônibus articulados ou multiarticulados; estações de integração modal e intermodal etc.

aumento de oferta de transporte.

Nesse sentido, compreender a distribuição espacial da população em relação aos eixos que possuem mais capacidade de transporte de passageiros - os chamados corredores de transporte público - é fundamental para definir em que medida há necessidade de se adensar uma determinada área, conforme as necessidades dos sistemas de transporte público; ou quanto os corredores de transporte público atendem à população, e se são necessários novos corredores, entre outros aspectos. Assim, esse tipo de análise espacial possui um grande potencial para gerar subsídios para tomada de decisões no escopo do planejamento urbano.

Com base nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é analisar a distribuição espacial da população, medida pela densidade populacional, em relação à área de abrangência dos corredores de transporte público de média e alta capacidade existentes na zona urbana do município de Teresina-PI, para compreender como a distribuição da população favorece ou não o uso dos modais selecionados, e como esses eixos estão estruturados para o atendimento da população. Para isso, foram explorados conceitos e valores de densidade populacional relacionados ao desempenho do transporte público, de modo a fornecer parâmetros qualitativos e quantitativos para a análise da zona urbana de Teresina. Em seguida, é trazida uma contextualização do transporte público na cidade, definindo-se os eixos de transporte público de média e alta capacidade. A partir desses parâmetros, realizou-se a correlação espacial entre esses eixos e a densidade populacional, buscando-se, de forma específica, calcular as porcentagens da população situada dentro e fora da área de abrangência dos corredores considerados em relação à população total da zona urbana, e a densidade populacional média dentro e fora dessa área, para analisar o quanto esse valor é adequado para viabilizar o sistema de transporte, apontando se há ou não necessidade de adensamento dessa área.

2. A INFLUÊNCIA DA DENSIDADE POPULACIONAL NO DESEMPENHO DO TRANSPORTE PÚBLICO

Dentre os vários objetos de medição no espaço urbano, a população - normalmente expressa em habitantes registrados por domicílio - é o mais recorrente, sendo genericamente utilizada como parâmetro de referência para a concentração dos demais elementos do espaço urbano. Existem vários tipos de densidade populacional, que variam conforme o recorte espacial. Acioly & Davidson (1988) definem cinco tipos básicos de densidade para o planejamento urbano (Quadro 1), que abordam, além da população, outros objetos de medição, como número de habitações e a área edificada (em m²):

Quadro 1 - Tipos de densidade de acordo com Acioly & Davidson (1998)

densidade demográfica	Número total de pessoas residindo numa determinada área urbana. Também denominada densidade populacional. Em áreas urbanas, é geralmente uma medida expressa em habitantes por hectare, enquanto em áreas mais amplas se utiliza a medida em habitantes por km ² .
densidade edificada ou construída	Expressa o total de metros quadrados de edificação em 1 hectare; o total de construção existente dentro da poligonal do assentamento ou bairro, medida em m ² /ha. Engloba toda a área do assentamento, ou área bruta.
densidade habitacional	Também denominada densidade residencial. Expressa o número total de unidades habitacionais construídas numa determinada zona urbana dividida pela área em hectare. Medida expressa em unidades habitacionais por hectare.
densidade demográfica bruta	Expressa o número total de pessoas residindo numa determinada zona urbana dividida pela área total em hectares, incluindo-se escolas, espaços públicos, logradouros, áreas verdes e outros serviços públicos. A densidade habitacional bruta mede o número total de unidades dividida pela área total da gleba. Toda área incluída dentro da poligonal de um assentamento deve ser considerada para efeito da determinação da densidade bruta.
densidade demográfica líquida	Expressa o número total de pessoas residindo numa determinada zona urbana dividida pela área estritamente utilizada para fins residenciais. Em países como Inglaterra ou onde há influência inglesa nas regulamentações urbanas, incluem-se a circulação local, metade das ruas vizinhas e pequenos jardins. A densidade habitacional líquida expressa o número total de unidades dividido pela área destinada exclusivamente ao uso habitacional

Fonte: Acioly & Davidson (1998)

A unidade de medida mais usual para representar densidades de elementos referentes ao espaço urbano é o hectare. Muitos estudiosos do espaço urbano que realizam cálculos de densidade populacional, como Mascaró (1987), Silva (1990), Acioly & Davidson (1998), Taylor (2008), Devecchi (2014), usam como referência espacial o hectare. Esta área de medida (100m x 100m) possui uma maior compatibilidade com os diversos elementos urbanos, desde um lote à zona urbana do município. Ademais, essa medida é mais apreendida numa escala do pedestre em relação ao km², por exemplo. Acioly & Davidson (1998) afirmam que a medição por km² deve ser usado apenas para áreas de grande extensão territorial.

Baseados em diversos estudos de assentamentos ao redor do planeta, Acioly & Davidson (1998) identificam as variáveis mais importantes que ligam densidade à performance urbana, e sintetizam as vantagens e desvantagens de uma maior ou menor densidade populacional a partir da análise dos estudos de caso (Quadro 2):

Quadro 2: Fatores que influenciam a densidade urbana



Fonte: Acioly & Davidson (1998)

Embora os autores concluam que maiores densidades oferecem mais vantagens em relação a densidades mais baixas, em especial quanto à economia, o quadro acima pode ser interpretado como um indicativo de tendências, e não como uma verdade absoluta. Isso, porque, como os próprios autores pontuam, o impacto de um modelo de ocupação está mais relacionado ao equilíbrio entre oferta e demanda de infraestrutura do que em relação à densidade em si. Ademais, reconhecem que o fator mais determinante é a forma da ocupação, que pode ocorrer de diversas maneiras com uma mesma densidade. Assim, muitas das desvantagens da alta densidade também podem ser verificadas em cidades de baixa densidades e vice-versa.

Uma questão não abordada pelos autores é a influência do tamanho da população nas vantagens e desvantagens de um modelo de urbanização mais ou menos denso. Cidades pequenas com baixas densidades não apresentam todos os problemas apontados no quadro; assim como cidades de maior porte, seguindo um modelo disperso, também não apresentam todas as vantagens associadas à baixa densidade. O mesmo ocorre em relação ao maior adensamento. Os conceitos e exemplos trazidos por Acioly & Davidson deixam implícito que, quanto maior a população de uma cidade, maiores as vantagens atribuídas à compacidade, e maiores as desvantagens associadas à dispersão.

No aspecto dos transportes, se por um lado, as altas densidades potencializam

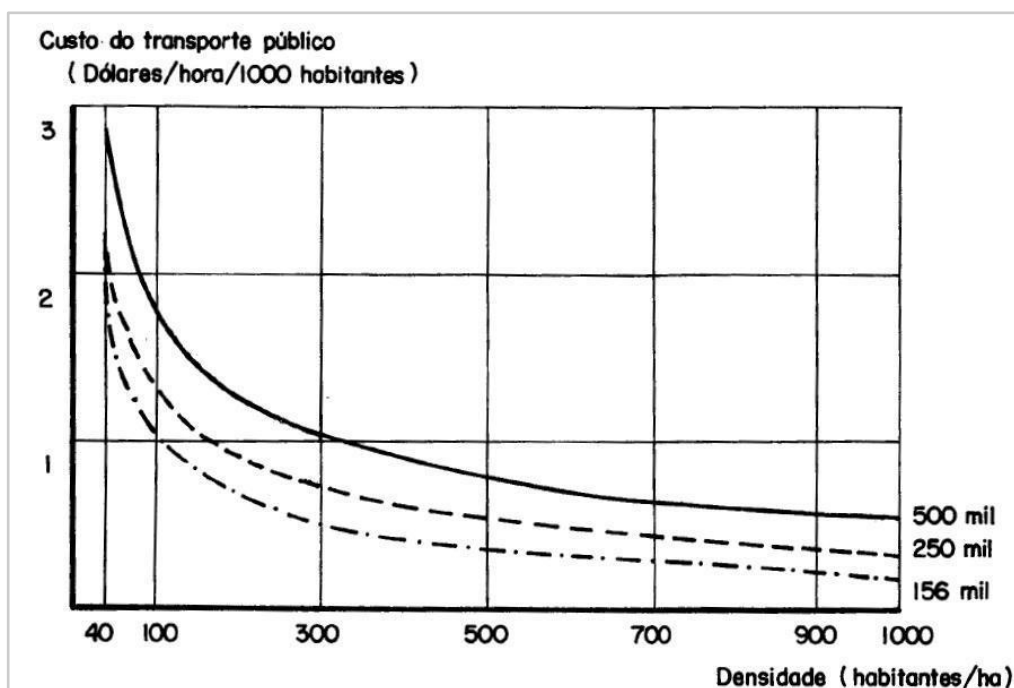
congestionamentos, por outro, viabilizam melhor o transporte público e o deslocamento à pé ou de bicicleta, o que reduz a demanda por transporte individual, reduzindo assim, o impacto no trânsito e a poluição *per capita*. A precariedade do transporte público apontada por Acioly & Davidson (1998) como problema decorrente de baixas densidades também pode ocorrer em cidades densas.

Os autores defendem que alta densidade potencializam a acessibilidade, considerando que uma maior concentração de área construída viabiliza mais opções de emprego, serviços e habitação em um certo raio de abrangência, o que torna menores distâncias a serem percorridas em comparação com um modelo mais disperso. Por sua vez, isso tende a gerar menores tempos de deslocamento, menores custos com transporte; menor consumo energético e emissão de poluentes; além de favorecer o deslocamento de modos não motorizados (pedestres e ciclistas). No entanto, essa suma de fatores também depende da distribuição das atividades, do tamanho total da cidade, e da qualidade dos sistemas de transporte. Assim, maiores densidades possuem maior potencial para viabilizar a maior parte das qualidades postas, mas não as garantem por si só; devem estar associadas a outras características da forma urbana, como a distribuição de usos.

Analisando de forma específica a relação entre a densidade populacional e o custo de sistemas de infraestrutura urbana, Mascaró (1987), conclui que o aumento da densidade populacional resulta em um decaimento exponencial dos custos totais das redes urbanas, e que os valores de densidade populacional que resultam em uma maior eficiência econômica situam-se entre 300 e 600 hab/ha. Com base nesse resultado, o autor defende que o planejamento urbano poderia estimular o adensamento para otimizar os custos de urbanização, o que em tese permite absorver melhor o crescente número de pessoas que migram para as cidades, e sanar as deficiências em infraestrutura das cidades.

Rodrigues da Silva (1990) analisa a relação entre a densidade populacional e o custo do transporte público veicular, por meio de uma simulação utilizando cidades fictícias com valores diferenciados de densidade populacional urbana, sintetizada em um gráfico de densidade x custo do transporte público (Gráfico 1):

Gráfico 1: Curvas de custo de transporte público urbano em função da densidade populacional



Fonte: Rodrigues da Silva (1990)

Autores como Cunha (1964), Acioly & Davidson (1998), Cervero (2013) e Taylor (2008) defendem que a distribuição da população deve seguir uma hierarquia, havendo uma maior populacional no entorno dos corredores de transporte público, como forma de potencializar o uso do sistema. Isso favorece a mobilidade para o usuário do sistema porque tende a aproximar os usuários dos pontos de parada, o que tende a reduzir o tempo total de deslocamento.

Curitiba implantou essa lógica em seu ordenamento territorial. O plano de 1966 foi o ponto de partida para uma transformação urbana que buscava manter a cidade compacta para evitar a expansão para áreas de maior fragilidade ambiental. Para isso, foram definidos corredores de transporte onde opera um sistema de ônibus mais racionalizado, o BRT, e a partir desses eixos, foram definidas hierarquias de adensamento, que é maior ao longo desses eixos, em torno de 600 hab/ha, valor que reduz à medida em que se afasta dos eixos, atingindo-se um valor mais baixo na média de 70 hab/ha. De acordo com Acioly & Davidson, esse modelo de urbanização, além de reduzir os custos de infraestrutura urbana, contribuiu para potencializar o uso do transporte coletivo, e a reduzir, em média, 25% o consumo de energia e emissões de poluentes gerados pelo transporte.

A Secretaria de Planejamento Urbano de Porto Alegre (1995) faz uma classificação da densidade a partir de intervalos de valores, pontuando os efeitos de cada um na produção do espaço urbano (Quadro 3):

Quadro 3 - Densidades populacionais urbanas e características de ocupação

Características da ocupação		
Classificação	Densidade (hab/hectare)	Efeitos
Antieconômica	Menor que 45	<ul style="list-style-type: none"> serviços públicos extremamente caros; transporte público ineficiente; ruas desertas; equipamentos comunitários subutilizados.
Economicamente aceitável	De 45 a 100	<ul style="list-style-type: none"> serviços públicos caros; transporte público ineficiente; boa quantidade de vida em zonas exclusivas de habitação unifamiliar; privacidade nas áreas verdes, praças, parques, etc. espaços públicos subutilizados; pouca miscigenação de usos nas zonas residências.
Economicamente desejável	De 100 a 150	<ul style="list-style-type: none"> serviços públicos econômicos; transporte público eficiente; espaços públicos otimizados; utilização de parques e equipamentos por maior número de pessoas; miscigenação na tipologia residencial; miscigenação de usos.
Economicamente aceitável	De 150 a 200	<ul style="list-style-type: none"> serviços públicos econômicos; transporte público eficiente; desapropriações para alargamento do sistema viário; redução de circulação de carros particulares; perda de privacidade nos equipamentos comunitários.
Antieconômica	Mais que 200	<ul style="list-style-type: none"> congestionamento da infraestrutura; congestionamento da circulação urbana; má qualidade de vida; investimentos de porte em infraestrutura, circulação e transporte de massa.

Fonte: Secretaria de Planejamento Urbano de Porto Alegre (1995).

Embora os valores do quadro divirjam dos valores de Mascaró (1979), Silva (1990) e Acioly & Davidson (1998) quanto ao limite superior, observa-se um consenso quanto aos limites inferiores e seus impactos negativos para o espaço urbano, em especial quanto ao custo-benefício da infraestrutura e a viabilidade do transporte público.

Taylor e Sloman (2008) desenvolvem um *check-list* de planejamento urbano para transporte sustentável em novos bairros, e destaca que a provisão de transporte público, por si, não irá garantir que os padrões de viagens sejam sustentáveis. Os autores defendem que os bairros devam ter uma densidade demográfica média de pelo menos 100 hab/ha, e de 200

hab/ha em uma área de abrangência de 800 metros dos corredores de transporte público - além de usos mistos nas proximidades das estações/paradas de transporte público.

A partir de uma síntese dos valores de densidade populacional urbana apresentados pelos autores analisados, gerou-se a seguinte tabela (Tabela 1):

Tabela 1 - Valores de densidade postulados (por autor)

AUTOR	VALORES
Mascaró (1979)	entre 300 hab/ha e 600 hab/ha
Rodrigues da Silva (1990)	de 200 hab/ha a 500 hab/ha
Secretaria Municipal de Porto Alegre (1995)	desejável de 100 hab/ha a 150 hab/ha aceitável de 45 hab/ha a 200 hab/ha
Acioly e Davidson (1998)	180 hab/ha conseguem dar vazão à sistemas de transporte público de média a alta capacidade
Taylor e Sloman (2008)	100 hab/ha (média na zona urbana) e 200 hab/ha (na área de abrangência dos corredores de transporte público)

Fonte: autor

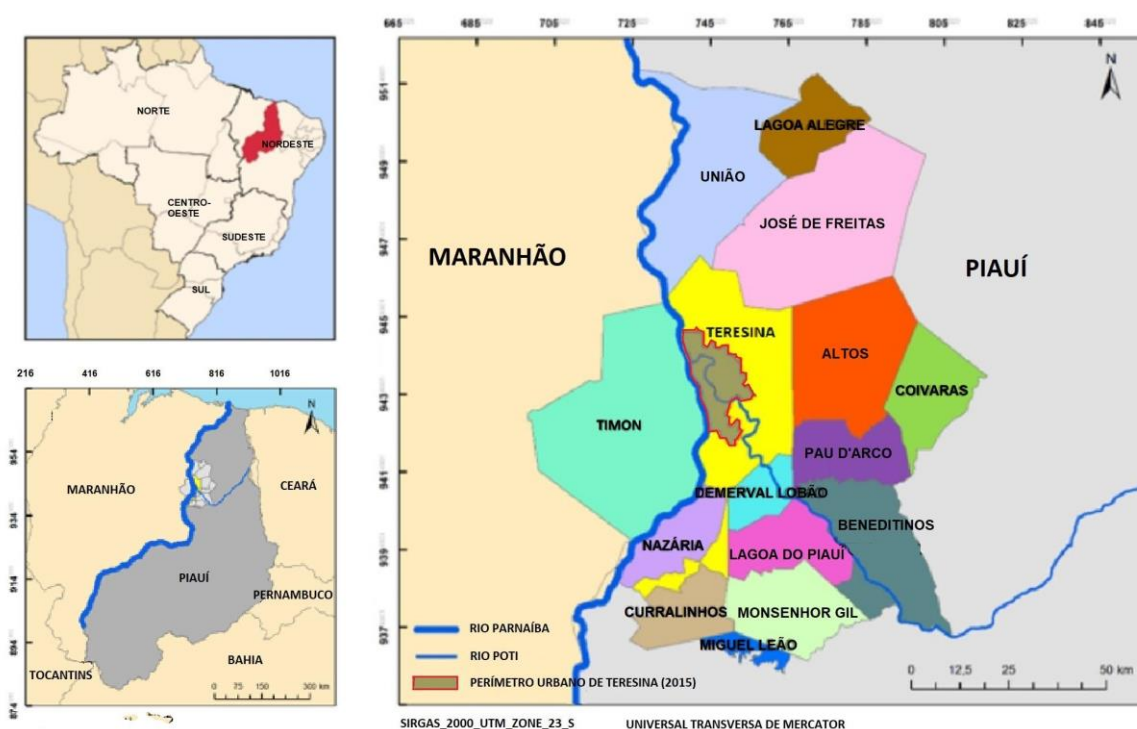
Essa comparação de valores de densidade mostra o quanto é variável a percepção do que seria um valor ou intervalos de densidades desejáveis. Embora dentre os valores ou intervalos de valores propostos pelos autores analisados não haja um valor comum, há um consenso de que densidades abaixo de 100 hab/ha não são desejáveis, pois apresentam um custo *per capita* - tanto de infraestrutura urbana em geral quanto de operação do transporte público - muito elevado. Para os sistemas de transporte público de média e alta capacidade, Acioly e Davidson (1998) e Taylor e Sloman (2008) defendem valores de densidade populacional similares - 180 e 200 hab/ha, respectivamente.

A partir desse panorama, serão considerados, na análise da densidade populacional, os seguintes intervalos: 0-49 hab/ha - muito baixo; 50-99 hab/ha - baixo; 100-200 hab/ha - bom para a média da zona urbana; 200 hab/ha ou mais - ideal para a área de abrangência dos corredores de transporte público.

3. O TRANSPORTE PÚBLICO EM TERESINA-PI

Teresina é a capital e município mais populoso do estado do Piauí, com cerca de 860 mil habitantes (IBGE, 2018). Sua mancha urbana situa-se na região de confluência dos rios Parnaíba (que faz a divisa com o estado do Maranhão) e Poti, os dois maiores rios do estado, e possui uma extensão de 12 km no sentido leste-oeste, por 30 km no sentido norte-sul. A cidade constitui o polo da RIDE² Grande Teresina (figura 1), que possui 1,2 milhão de habitantes, de acordo com estimativas do IBGE para 2018.

Figura 1: Contexto geográfico de Teresina: RIDE, município e zona urbana



Fonte: Lima et al., 2017 (adaptado pelo autor, 2018).

Apesar do caráter metropolitano, a mancha urbana de Teresina é conurbada apenas com a zona urbana de Timon-MA, que possui 170 mil habitantes; juntos, têm uma população de pouco mais de 1 milhão de habitantes. Já os núcleos dos demais municípios da RIDE situam-se de 30 a 100 km do centro de Teresina, com populações variando de 44 mil a 1,2 mil

² Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE) é um tipo de aglomeração urbana análoga à região metropolitana, em que os municípios componentes situam-se em mais de uma unidade da federação. Essa modalidade de aglomeração urbana foi instituída pela Constituição Federal de 1988, mas apenas em 2001 foram criadas as 3 únicas RIDEs existentes no país: RIDE do Distrito Federal e entorno; a RIDE Grande Teresina; e a RIDE do Polo de Petrolina e Juazeiro.

habitantes, e os seus processos de crescimento populacional e expansão territorial não apontam para uma conurbação física nas próximas décadas.

Apesar da conurbação entre Teresina e Timon, não existe um sistema de transporte público de média ou alta capacidade conectando as cidades, e as conexões viárias e ferroviária existentes entre os municípios dificultam ou mesmo inviabilizam a implantação de corredores de transporte público intermunicipais. Dessa forma, pode-se considerar que a zona urbana do município de Teresina possui uma dinâmica própria no campo dos transportes, o que permite analisar o município de forma isolada sem grandes prejuízos.

Teresina possui dois modais de transporte público de média/alta capacidade: um sistema integrado de ônibus, denominado Inthebra, que se encontra em processo de implementação, com conclusão prevista para o final de 2019; e um veículo leve sobre trilhos (VLT).

O sistema integrado de ônibus Inthebra está sendo implementado em substituição ao antigo sistema de ônibus municipal. Essa mudança foi estabelecida pelo Plano Diretor de Transportes e Mobilidade Urbana de Teresina³ (PDTMUT), buscando aumentar a capacidade de transporte de passageiros, e elevar a rentabilidade do sistema.

Segundo a última pesquisa origem-destino (OD) realizada no município, de 2007, presente no PDTMUT, o ônibus municipal era o modal de transporte público mais utilizado no município, representando 21% de todos os deslocamentos, enquanto as outras modalidades de transporte coletivo somadas não ultrapassavam 3% do total de deslocamentos. O conjunto das linhas do sistema gerava, em 2007, uma cobertura de 60% da zona urbana, considerando um raio de 300 metros partir dos eixos viários onde opera pelo menos uma linha. Segundo o plano, essa cobertura pode ser considerada baixa, no entanto, grande parte da área não atendida correspondia a vazios urbanos e parcelamentos de terra ainda não ocupados, mas que constam nas bases cartográficas. De 2007 para o momento atual, a rede de ônibus municipal foi ampliada para atender aos novos loteamentos em áreas periféricas, e ao crescimento da população nessas áreas, mas ainda sem abranger toda a zona urbana.

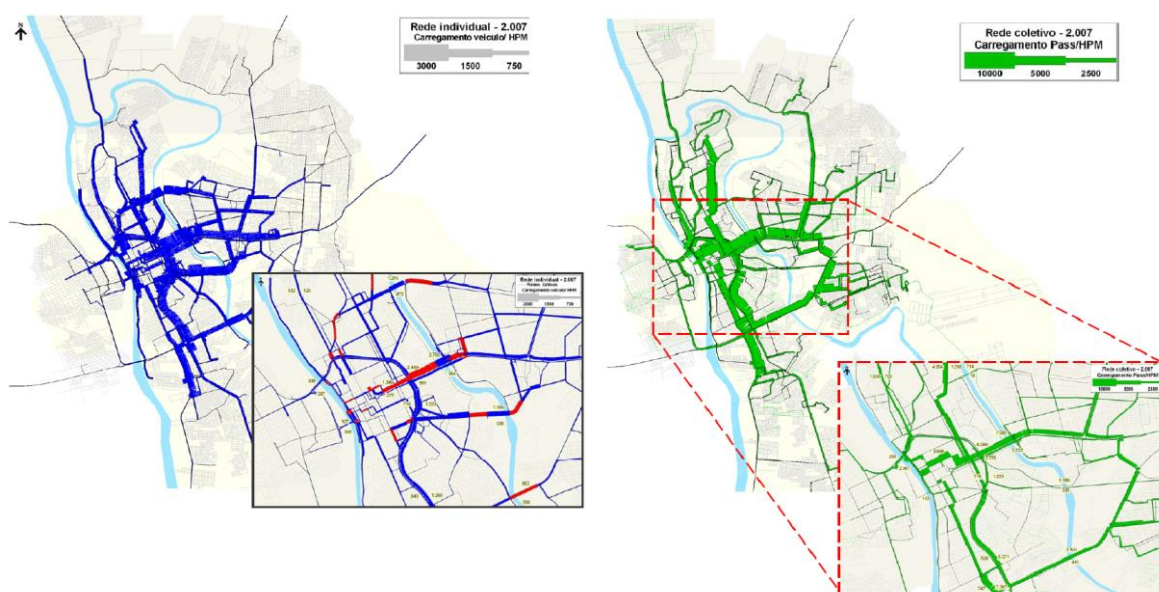
Segundo o PDTMUT, o sistema funcionava com linhas radiais, circulares e diametrais, havendo predominância de linhas radiais, que atendem às principais demandas por deslocamento - centro-periferia - resultado da concentração de atividades e empregos no centro

³ A maior parte dos dados relacionados aos transportes e trânsito em Teresina, bem como projetos de infraestrutura e de mudanças nos serviços de transporte público, são trazidos no Plano Diretor de Transportes e Mobilidade Urbana de Teresina (PDTMUT), publicado na forma de relatório em 2008, não tendo sido transformado em lei, e nem feito sua revisão desde então. O plano analisa, de forma conjunta, as zonas urbanas de Teresina e Timon, considerando a influência mútua do trânsito entre as cidades; no entanto, não são definidas diretrizes para Timon, e nem para o transporte metropolitano. Vale observar que a zona urbana de Teresina cresceu muito pouco em relação a 2007.

da cidade, enquanto as regiões periféricas possuem um caráter mais monofuncional, predominantemente habitacional. Essas linhas operavam sem a incorporação de aspectos operacionais e de infraestrutura que conferem maior capacidade de transporte, tais como faixas preferenciais e/ou exclusivas, pontos de parada de maior capacidade e com transbordo em nível, veículos de maior capacidade, bilhetagem prévia ao embarque, ou integração física e tarifária.

O plano avalia que havia um excesso de linhas radiais, que realizavam em grande parte o mesmo trajeto, gerando uma grande sobreposição de itinerários nos principais eixos viários da cidade, que já apresentam maior saturação de circulação. Um estudo dos fluxos por modal decorrente da pesquisa origem-destino de 2007, presente do PDTMUT, mostra que os maiores carregamentos de veículos de transporte motorizado individual (figura x) ocorrem, em grande parte, nas mesmas vias onde há um maior carregamento de passageiros de transporte público (figura 2). Esse conflito de trânsito se potencializou com o aumento da frota veicular, de cerca de 200 mil veículos em 2007, segundo o PDTMUT (2008), para mais de 400 mil veículos em 2014, segundo o Denatran (2014). Isso gera fluxos de veículos nos horários de pico de tráfego que o sistema viário não comporta, gerando congestionamentos cada vez mais longos em tempo de duração e extensão física.

Figura 2: Carregamento das vias com fluxos de veículos de transporte individual e de passageiros de transporte coletivo



Fonte: Plano Diretor de Transportes e Mobilidade Urbana de Teresina, 2008

Sem espaços de circulação exclusiva, isso afeta significativamente a capacidade de transporte de passageiros de ônibus, em especial nos principais eixos de transporte, e impacta no tempo total de viagem, tornando o transporte público menos atrativo. O tempo médio de viagem em 2007, segundo o PDTMUT, era elevado - 68 minutos, contra 21 minutos do transporte motorizado individual; e aumentou para 96 minutos em 2014, segundo a Secretaria Municipal de Trânsito e transportes - STRANS. Esse elevado tempo de viagem também é consequência de um sistema caracterizado por uma baixa e irregular oferta de veículos, em especial nas regiões mais periféricas.

O plano também avalia que o sistema possuía uma baixa rentabilidade para os operadores do sistema. A comparação dos dados da pesquisa OD de 2007 com os dados da pesquisa OD de 1998 mostra que houve um aumento na quantidade total de viagens no município, no entanto, constatou-se que os modos de transporte coletivos perderam espaço para as motos e para o transporte a pé. Enquanto a quantidade de passageiros pouco se alterou, a quilometragem rodada nas viagens ofertadas aumentou cerca de 500 mil km/mês (15%). Como consequência, o IPK⁴ sofreu uma redução de 26%, quando considerando os passageiros totais, e 32% considerando os passageiros equivalentes, isto é, os passageiros que não são beneficiados com a gratuidade. Segundo Denilson Guerra, diretor de planejamento da STRANS, em entrevista realizada pelo autor em março de 2019, essa tendência se manteve até 2018, com o IPK baixando de 2,12 em 2007 para 1,36 em 2018, uma redução de 56%.

Assim, esse sistema se mostrou inadequado tanto para os usuários, principalmente em função do elevado tempo de viagem e da baixa quantidade de destinos, quanto para os operadores, em função da baixa rentabilidade. Com o objetivo de racionalizar o sistema, o plano propõe uma mudança completa no sistema, alterando o modelo radial das linhas por um sistema tronco-alimentador.

Nesse modelo, o trajeto das linhas radiais é dividido em dois trechos. O primeiro trecho é feito por linhas alimentadoras, que passam dentro dos bairros mais periféricos, coletando passageiros para terminais localizados em uma parte relativamente central em relação aos bairros mais periféricos. Os terminais, por sua vez, são conectados entre si por linhas troncais, que operam nos eixos viários de maior porte e com maior carregamento de passageiros, concentrando a demanda de diversas linhas em veículos de maior capacidade. Nesses eixos, são criadas faixas preferenciais e/ou exclusivas para garantir maior fluidez, e paradas maiores

⁴ Índice de passageiros por quilômetro, mede a divisão da quantidade de embarques, que representa a receita do sistema, pela distância percorrida, que representa uma parte significativa do custo do sistema, é um índice que mede diretamente a rentabilidade de um sistema de transporte público.

e com embarque em nível, para comportar a demanda e agilizar os transbordos, reduzindo os tempos de paradas. No entanto, os pontos de parada não contam com coleta de tarifa prévia ao embarque, o que não caracteriza o sistema como um BRT - Bus Rapid Transit, modelo criado em Curitiba que vem sendo implementado em diversas cidades do Brasil e do mundo.

O modelo proposto compreendia 8 terminais, conectados por linhas troncais que passam nos principais eixos de transporte, e 3 terminais localizados no centro da cidade. De modo complementar à rede tronco-alimentada, foram designadas linhas interterminais, ligando bairros para o atendimento às viagens que não possuem o centro como destino final. Assim, esse modelo atende tanto os fluxos centro-periferia, quanto entre zonas, oferecendo mais opções de deslocamento, mas sem ofertar uma grande quantidade de linhas, tornando o sistema mais simplificado, e mais rentável, pois tende a reduzir a distância total percorrida dos veículos.

Quanto à infraestrutura e o tipo de veículo, o plano propõe corredores exclusivos e segregados para linhas troncais de ônibus, alinhados ao canteiro central das vias, operando com veículos dotados de portas de ambos os lados e com diferentes configurações de capacidade (ônibus convencionais e articulados). Segundo o plano, essa configuração de faixas é mais vantajosa, pois

permite ultrapassagens de ônibus nos pontos de parada para linhas expressas [...] e reduz o número de interferências com os movimentos veiculares que fazem conversões para a direita, assim como as interferências com movimentações na calçada (estacionamentos, acessos, saídas, cargas e descargas). (PDTMUT, 2008, pg. 163).

O plano não justifica a configuração do veículo, mas pode-se deduzir que ela visa permitir a operação tanto ao longo das vias com faixas exclusivas e paradas alinhadas ao canteiro central, onde o embarque é feito à esquerda, quanto ao longo do sistema viário convencional, onde o embarque é feito à direita. Isso é necessário, porque as vias de Teresina possuem uma descontinuidade das dimensões da caixa viária, o que dificulta a implantação contínua de faixas preferenciais e estações maiores e com embarque em nível ao longo de todo o trajeto das linhas troncais.

A rede tronco-alimentadora, denominada Inthebra (figura 3), começou a ser implantada em 2015, com previsão de conclusão até o fim de 2019, quando serão extintas as últimas linhas do modelo radial. Segundo Guerra, a implantação das estações considerou um raio de abrangência médio de 400 m, com espaçamentos entre estações variando de 400 a 1000 metros. O único corredor que ainda não foi estruturado conforme o previsto é o da avenida Frei Serafim, principal via da cidade, que liga o Centro à zona leste da cidade. Essa via dispõe apenas de

faixas preferenciais de ônibus no lado direito do sentido de circulação, não tendo sido feita a inversão para o canteiro central e construção de estações com embarque em nível proposta e detalhada no PDTMUT.

Figura 3: Mapa de linhas troncais, estações e terminais do sistema Inthegra



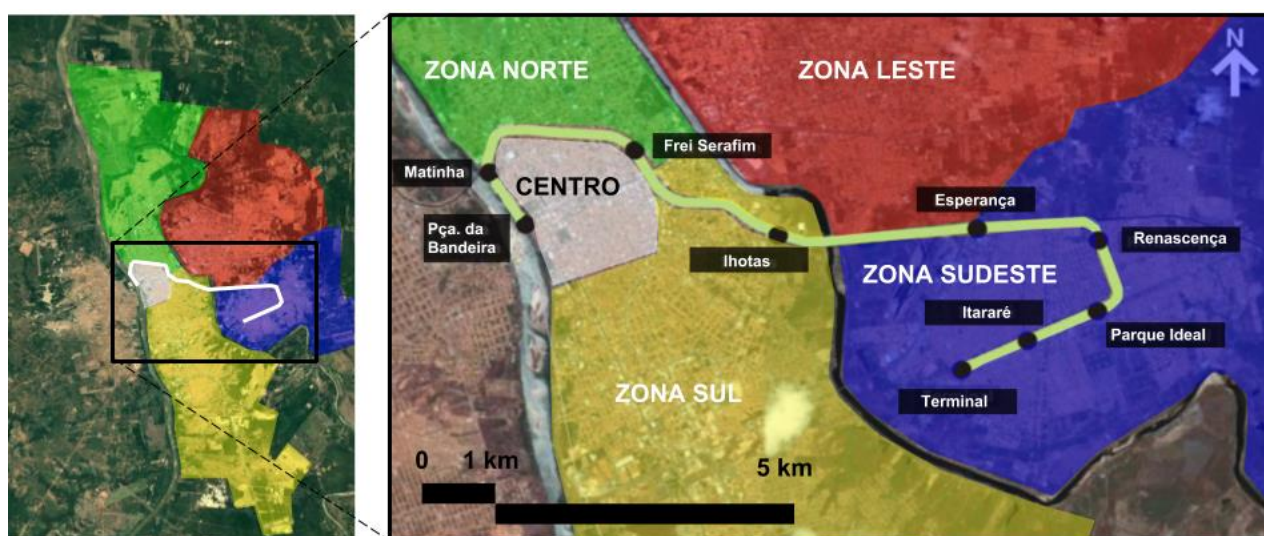
Fonte: Teresina (2017)

Até o março de 2019, o modelo tronco-alimentador só estava integralmente implantado nos terminais das zonas sul e sudeste, cujas linhas radiais já foram extintas. Embora não existam estatísticas atuais que permitam comparar os modelos antigo e atual, tem-se observado um aumento significativo na fluidez dos ônibus nos corredores propostos, mas, por outro lado, um significativo aumento no tempo de espera nos terminais de integração para a conexão entre linhas troncais e alimentadoras. Isso demonstra que a oferta de transporte é significativamente maior quando os pontos de origem e destino das viagens se situam, simultaneamente, dentro da área de abrangência das linhas troncais do que nas linhas alimentadoras.

Segundo Guerra, não existe qualquer dado estimando a capacidade de fluxo de ônibus por hora e/ou de passageiros por sentido nos corredores criados, no entanto, considera-se que os corredores de transporte público implementados possuem capacidade de aumento da oferta de transporte, em termos de capacidade de veículos, maior do que a que está sendo programada para a demanda atual, em especial com a implantação da central de controle de tráfego, que tende a aumentar a fluidez nos corredores.

O outro modal de média/alta capacidade existente em Teresina, o VLT, antigo pré-metrô, é o único modal ferroviário na cidade. O sistema possui uma linha de 7 km com 9 estações (Figura 4), que utiliza a calha ferroviária que realiza o transporte interestadual de cargas, e conta com apenas um veículo com capacidade de 600 passageiros.

Figura 4: Linha do VLT em Teresina em 2019



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo a pesquisa OD de 2007, o então pré-metrô realizava cerca de 1 mil viagens por dia, menos de 1% do total de viagens, número que aumentou para 7 mil viagens por dia em 2015, mas ainda, representando uma porcentagem inexpressiva no total de deslocamentos no município. Segundo o Governo do Estado (2018), operador do sistema, existe a previsão de aquisição de mais dois trens, ampliando a capacidade total de transporte para 1.800 passageiros, além da criação de outras estações ao longo da linha, e extensão da malha ferroviária em direção ao município de Altos.

No entanto, o potencial de transporte do VLT é bastante limitado, pois além da linha abranger uma área muito pequena em relação à área total da zona urbana, ela não atende aos principais fluxos de tráfego na cidade, que se dão nos sentidos radiais, entre o centro e as demais zonas da cidade - norte, leste, e sul - o que limita a quantidade potencial de usuários do sistema. Ademais, a linha tangencia o centro, bairro que concentra a maior quantidade de empregos e atividades no município, exatamente nas áreas onde mais predomina o uso residencial, e não no núcleo do bairro, onde se concentra a maior quantidade de polos geradores de viagens. Um outro limitante é o uso compartilhado da ferrovia com o transporte de cargas, que limita a oferta de trens, o que por conseguinte, limita a capacidade de transporte de passageiros na ferrovia.

A partir desse contexto, considera-se que os eixos de transporte público de média/alta capacidade em Teresina são apenas as linhas troncais do sistema Inthebra que dispõem de faixas preferenciais e/ou exclusivas na maior parte dos seus trajetos. De um modo geral, pode-se considerar que há uma maior capacidade e oferta de transporte na área de abrangência dessas linhas do que em relação às demais áreas servidas por linhas alimentadoras, principalmente em função da existência de faixas preferenciais e exclusivas na maior parte do trajeto dessas linhas, que garantem aos usuários uma mobilidade mais independente dos congestionamentos; da sua abrangência espacial; e do potencial de usuários a partir da estrutura de integração física e tarifária do sistema. A partir desse critério, foram excluídas da análise os trechos das linhas troncais que ligam o centro aos terminais 4, 5 e 6 (Figura 3), que não possuem faixas de preferenciais e/ou exclusivas de ônibus ao longo de toda a linha.

4. ESPACIALIZAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL EM RELAÇÃO AOS EIXOS DE TRANSPORTE PÚBLICO EM TERESINA-PI E ANÁLISE

Para a espacialização da densidade populacional em relação aos eixos de transporte público, o primeiro procedimento foi a montagem da base cartográfica. Para isso, utilizou-se o software QGIS, versão 3.14 Madeira (versão estável). Esse software é compatível com o

formato dos arquivos nos quais a base cartográfica do país está modelada, o shapefile, utilizado pelos principais softwares de geoprocessamento.

A base cartográfica e os dados sobre população por setor censitário utilizados foram obtidos no site do IBGE, referentes ao censo de 2010, que contém a representação do território brasileiro em setores censitários, a menor unidade territorial de representação que dispõe de dados populacionais. Nela, os setores estão agrupados por unidade federativa, onde cada um é vinculado a uma tabela de atributos que contém, entre outros dados, a especificação do município ao qual pertence, de modo que é possível localizar municípios específicos, e por conseguinte, criar arquivos a partir de uma seleção qualquer. O datum⁵ de representação desses arquivos é o adotado pelo sistema geodésico brasileiro, o SIRGAS 2000.

No caso deste trabalho, utilizou-se o arquivo vetorial, em formato shapefile, do estado do Piauí, contendo os dados do censo demográfico de 2010, além de uma planilha específica que contém os dados de população, incorporada ao arquivo base. Em seguida, foi criado um arquivo shapefile a partir da seleção dos setores censitários pertencentes à zona urbana de Teresina. Como na tabela de atributos não se especifica se um setor censitário pertence ao espaço urbano ou rural, essa seleção teve como base a delimitação do perímetro da zona urbana, conforme o mapa da lei de zoneamento de Teresina, atualizado em 2015.

A partir desse arquivo, fez-se o cálculo dos valores de densidade populacional, a partir da edição da tabela de atributos, com a criação de colunas de área em metros quadrados; área em hectares, a partir da divisão dos valores de área em m² por 10000; e por fim, de densidade populacional, a partir da divisão dos valores da coluna ‘população’ pela coluna ‘área em hectares’. O resultado foi representado com um mapa temático, em cores graduadas. Os intervalos de valores foram estabelecidos conforme a bibliografia analisada: 0-50 (muito baixo); 50-100 (baixo); 100-200 (ideal para a média urbana); 200-máximo (ideal para transporte público de massas).

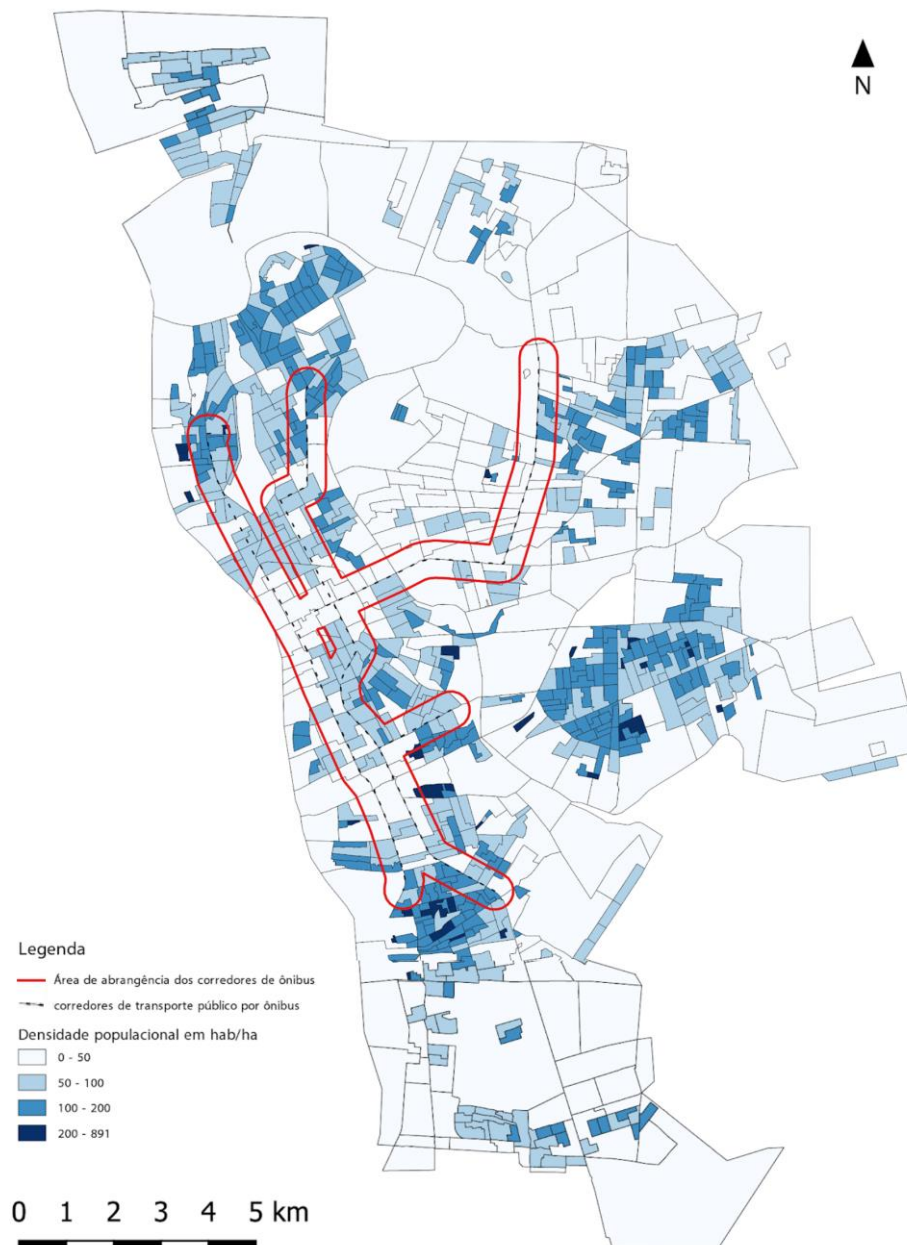
Sobre essa representação, delimitou-se os eixos de transporte público de média/alta capacidade, a partir de uma vetorização utilizando como base a imagem de satélite do local carregada no arquivo. A vetorização considerou apenas os trechos do sistema viário onde operam as linhas troncais do sistema Inthebra com faixas preferenciais e/ou exclusivas. A partir

⁵ Datum, do latim dado, é um modelo matemático (geométrico) de representação da Terra, ao qual são vinculados os elementos geométricos (pontos, linhas, polígonos) que representam os objetos geográficos. A superfície do planeta é bastante irregular, por isso, diferentes *data* (plural de datum) foram desenvolvidos para representar com mais precisão determinadas partes do planeta. Em uma escala macro, representações utilizando diferentes *data* geram diferenças imperceptíveis, matematicamente irrelevantes; já em uma escala mais precisa, representações utilizando diferentes *data* podem gerar diferenças de metros, o que pode comprometer a leitura espacial, e gerar significativas inconsistências na representação e processamento dos dados. Por isso, o datum constitui uma configuração essencial para a representação digital de mapas em softwares de geoprocessamento.

desse conjunto de eixos, aplicou-se um buffer de 400 metros, raio de abrangência das estações do sistema adotado pela STRANS.

A espacialização da densidade populacional classificada nos intervalos considerados, em conjunto com os corredores considerados e suas respectivas áreas de abrangência são mostrados no mapa a seguir (figura 5):

Figura 5: Mapa de densidade populacional com corredores de ônibus e suas áreas e abrangência na zona urbana de Teresina-PI



Fonte: Elaborado pelo autor

A espacialização da densidade populacional com os dados de 2010 mostra que a zona urbana de Teresina possui uma distribuição bastante heterogênea da população, apresentando porções com maior densidade populacional (acima de 100 hab/ha) correspondente a conjuntos habitacionais em cada uma das 4 regiões ao redor do centro: Mocambinho (zona norte), Samapi e Vale Quem Tem (zona leste), Itararé (zona sudeste) e Parque Piauí e Promorar (zona sul), todos construídos nas décadas 1970 e 1980, período que a cidade passou pelo maior período de crescimento populacional, de acordo com dados do IBGE.

O mapa mostra que, em grande parte da zona urbana da cidade, há uma baixa densidade populacional, e que a maior parte do entorno dos corredores de transporte público considerados não possui densidade populacional suficiente para a viabilização de um transporte público de média/alta capacidade, conforme os valores levantados na bibliografia. Os quatro grandes núcleos de maior densidade populacional situam-se em regiões periféricas, nas quais os corredores não adentram. Considerando o centro como principal polo gerador de viagens, isso sugere que a maior parte dos usuários não faz um trajeto único, utilizando apenas a linha troncal, mas sim as duas linhas - uma troncal e uma alimentadora, realizando no total uma grande quantidade de transbordos nos terminais, que elevam significativamente a média dos tempos de viagem. Considerando os cenários elaborados no plano de transportes de 2008, que mostram uma quantidade significativa de tempo de viagem gasto com a realização das integrações nos terminais, esse não seria o cenário ideal para a redução do tempo médio de viagem.

Para traduzir essa percepção qualitativa em quantitativa, realizou-se o cálculo da população residente dentro e fora da área do buffer considerado, bem como da densidade populacional média na área do buffer. Para isso, criou-se um arquivo a partir da seleção dos setores censitários cuja área se intersecciona total ou parcialmente com a área do buffer, e um outro arquivo a partir do recorte dos setores pelo buffer em questão. Comparando-se as tabelas de atributos de ambos os arquivos, conferiu-se que ambos possuem a mesma quantidade de feições, bem como os mesmos dados de área e população. Por isso, no arquivo com os setores recortados pelo buffer, realizou-se um novo cálculo de área na tabela de atributos; já para a população, optou-se pela realização de uma estimativa com base em proporção, multiplicando-se a população dos setores censitários pela razão entre a área dos setores antes do recorte e as novas áreas geradas a partir do recorte do buffer.

Os dados obtidos nas planilhas mostram que o conjunto da área do buffer abriga cerca de 130 mil habitantes dos 764 mil habitantes da zona urbana - 18% da população, e possui uma densidade populacional média de aproximadamente 50 hab/ha, bem abaixo do necessário para

viabilizar sistemas de transporte público de média e alta capacidade, que, como mostra a bibliografia analisada, seria idealmente de 200 hab/ha.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crise de mobilidade urbana nas maiores cidades do Brasil, a desigualdade socioeconômica e as mudanças climáticas reforçam a importância de melhorar os sistemas de transporte público urbanos, em especial, os modais de média e alta capacidade, que possuem maior capacidade de transporte de passageiros/hora. Contudo, os aspectos operacionais e de infraestrutura desses sistemas devem ser trabalhados em conjunto com as políticas de uso e ocupação do solo para induzir uma distribuição da população que favoreça o uso do sistema.

A análise do caso de Teresina mostra que o sistema de transporte público vem passando por uma transformação significativa, agregando elementos que tendem a melhorar o desempenho do transporte público tanto para o usuário quanto para os operadores. No entanto, a correlação espacial desse sistema com a distribuição da população mostra que esta não favorece o uso desse sistema, pois se concentra onde o sistema possui baixa capacidade de transporte - as linhas alimentadoras, que geram muitas transferências, o que por sua vez, tende a elevar os tempos de deslocamento, não agregando uma competitividade ao sistema.

A partir dessa constatação, recomenda-se que, tanto as linhas troncais, idealmente, deveriam ser estendidas, passando pelos setores censitários de maior densidade populacional, de modo a reduzir a quantidade de transbordos nas estações de integração, como o entorno das linhas troncais existentes deveria ser mais adensado, para ampliar a quantidade potencial de usuários do sistema onde este possui maior capacidade de transporte, e elevar a densidade populacional média dessa área, que se encontra muito abaixo do necessário para viabilizar sistemas de transporte público de média e alta capacidade.

É importante que essa análise espacial seja revista com a atualização de dados sobre o desempenho dos sistemas de transporte público, como uma nova pesquisa OD, e com o censo demográfico de 2020, que atualizará grande parte da base de dados utilizada para a análise aqui trazida, fornecendo novos dados, e conferindo um panorama mais preciso da realidade sobre a qual o planejamento urbano e de transportes trabalham.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLY, Cláudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade Urbana - Um instrumento de planejamento e gestão**. Rio de Janeiro – RJ. Editora Mauad. 104p. Disponível online em: <https://issuu.com/joseflamarqueg/docs/densidade_urbana_acioly>

Acesso em: 29 mai. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal. 1988.

_____. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Lei federal nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível online em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm> Acesso em: 29 mai. 2019.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Relatórios estatísticos - Frota de Veículos**. Disponível online em:

<<https://www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos>>

Acesso em: 29 mai. 2019.

DEVECCHI, Alejandra Maria. **Políticas de compactação urbana**. In: Revista arq.urb, nº 12. São Paulo, 2014. Disponível online em:

<<http://www.usjt.br/arq.urb/numero-12/5-alejandra-devecchi.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2019.

FARR, D. **Urbanismo Sustentável: Desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ. **Primeiro VLT marca modernização do transporte ferroviário de Teresina**. Reportagem disponível online em:

<<http://www.pi.gov.br/materia/ccom/primeiro-vlt-chega-em-teresina-e-marca-modernizacao-do-transporte-ferroviario-5706.html>> Acesso em: 29 mai. 2019.

HICKMAN, Robin; FREMER, Paul; BREITHAUPT, Manfred; SAXENA, Sharad. **Changing Course in Urban Transport: an illustrated guide**. Manila: Asian Development Bank, e Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2011. Disponível online em: < <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/29352/changing-course-urban-transport-illustrated-guide.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2019.

LIMA, Silvia Maria Santana Andrade; LOPES, Wilza Gomes Reis; FAÇANHA, Antônio Cardoso. **A relação entre as áreas urbana e rural em cidades contemporâneas: Estudo em Teresina, Piauí, Brasil**. In: Revista Espacios, nº 38. Caracas, 2017. Disponível online em: <<http://www.revistaespacios.com/a17v38n24/a17v38n24p32.pdf>> Acesso em: 19 mai. 2019.

MASCARÓ, Juan Luis. **Custos de infraestrutura: um ponto de partida para o desenho econômico urbano**. Tese (Livre Docência) Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Departamento de Tecnologia. São Paulo, 1979. 281p.

PORTO ALEGRE. **Relatório das atividades de densidade urbana - economias por hectare**. Porto Alegre, Secretaria de Planejamento Urbano de Porto Alegre, 1995.

RECK, Garrone. **Apostila de Transporte público**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014, 108 p. Disponível online em: <> Acesso em: 29 mai. 2019.

RODRIGUES DA SILVA, Antônio Nélon. **Densidades urbanas econômicas: a influência do transporte público**. Dissertação (Mestrado em Transportes). Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Engenharia de Transportes (Estradas e Aeroportos). São Paulo, 1990. 281p.

TERESINA. **Agenda 2030**. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 2015. Disponível online em:

<<http://semplan.35.193.186.134.xip.io/wp-content/uploads/sites/39/2015/10/Teresina-Agenda-2030.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2019.

_____. **Lei 3558-2006, Plano Diretor Municipal**. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 2006. Disponível online em:

<<http://semplan.35.193.186.134.xip.io/wp-content/uploads/sites/39/2017/03/Lei-n%C2%BA-3.558-de-20.10.2006-PLANO-DIRETOR.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

_____. **Plano Diretor de Mobilidade Urbana e Transportes de Teresina**. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 2008. Disponível online em:

<<http://semplan.35.193.186.134.xip.io/wp-content/uploads/sites/39/2017/03/PLANO-DIRETOR-DE-TRANSPORTE-E-MOBILIDADE-URBANA-DE-TERESINA.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2019.

TAYLOR, Ian; SLOMAN, Lynn. **Masterplanning Checklist for Sustainable Transport in New Developments**. Transport for quality of life: London, 2008. 7pg.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. São Paulo, Annablume, 2000, 284 p.